

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-213498

(43)Date of publication of application : 20.08.1996

(51)Int.Cl.

H01L 23/02

H01L 23/08

H01L 23/10

(21)Application number : 07-018994

(71)Applicant : SUMITOMO KINZOKU ELECTRO  
DEVICE:KK

(22)Date of filing : 07.02.1995

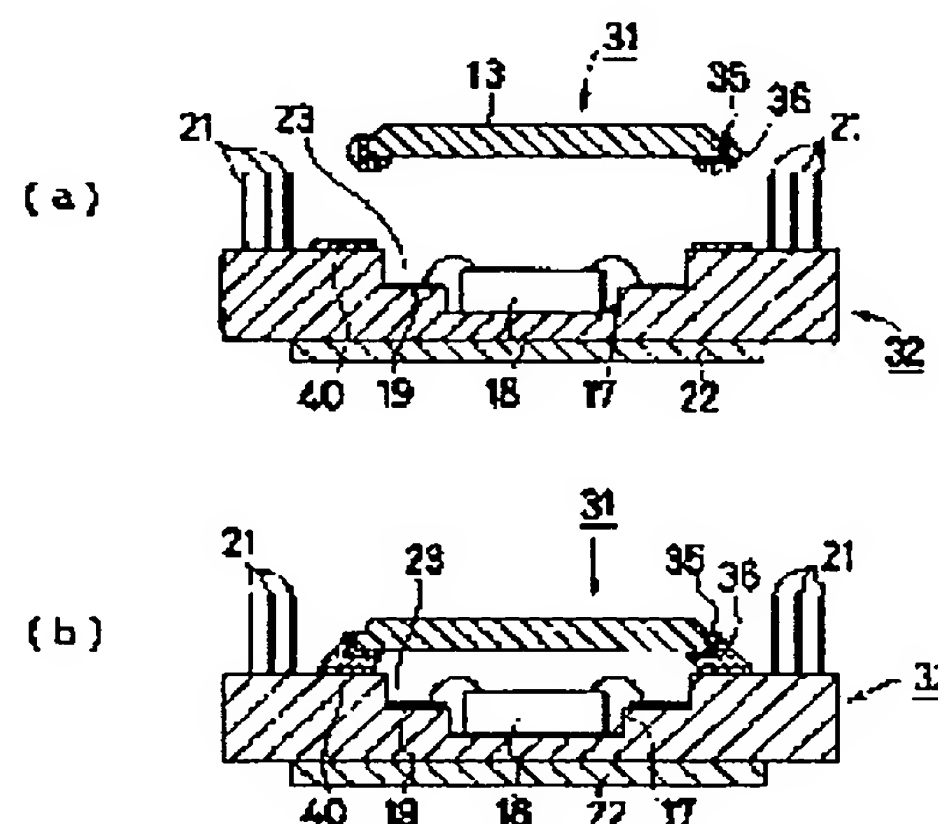
(72)Inventor : YAMAMOTO TETSUYA  
HIDAKA AKIHIRO

## (54) PACKAGE MADE OF CERAMIC

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To reduce stress acting by a temperature change on the inner circumferential part of a solder layer sharply than before, and to prevent a fatigue failure of the solder layer caused by the repetition of temperature changes.

**CONSTITUTION:** Concerning a ceramic package composed of a ceramic package base substance 32 having a cavity 23 for putting a semiconductor device in, a ceramic lid 31 for sealing the cavity 23, a solder layer 36 for sealing between the package base substance and the lid airtightly, and a radiating metal board 22 joined to the external surface of the bottom part of the cavity 23 of the package base substance with brazing material, the solder layer is formed between the package-base-substance side metallized layer 40 and a lid 13 side metallized layer 35, and a seal path width W is 1.6mm or more.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The package base equipped with the cavity section which contains a semiconductor device made from a ceramic, The solder layer which seals airtightly between the lid made from a ceramic which closes this cavity section, and the aforementioned package bases and the aforementioned lids, In the package made from a ceramic which consisted of metal heat sinks joined to the aforementioned cavity section of the aforementioned package base, and the outside surface of an opposite side by brazing filler metal The aforementioned solder layer is formed between the metallized layer by the side of the aforementioned package base, and the metallized layer by the side of the aforementioned lid. The periphery section of the aforementioned lid, either the inner circumference section of the metallized layer of the aforementioned package base, or the inner circumference section of the metallized layer of the aforementioned lid -- the package made from a ceramic characterized by the width of face W of the solder layer between the sides near the periphery section of the aforementioned lid being 1.6mm or more

[Claim 2] The package made from a ceramic according to claim 1 characterized by constituting a package base and a lid considering an alumina as a principal component, and constituting the solder layer including five components of Sn-Ag-In-Bi-Pb.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the package made from a ceramic which equipped the detail with the lid made from a ceramic (lid) which closes a heat sink and the semiconductor device loading section more about the package made from a ceramic.

[0002]

[Description of the Prior Art] Semiconductor devices, such as an integrated circuit, are contained by the semiconductor device loading section prepared in the package base, this semiconductor device loading section is airtightly closed by the lid, and practical use is presented with them. Since ceramics, such as an alumina, are excellent in thermal resistance, endurance, reliability, etc., it is suitable as this package base and a material of a lid, and the IC package made from a ceramic is used briskly now.

[0003] In this package made from a ceramic, when closing the package base made from a ceramic by the lid made from a ceramic, solder is used as a sealing agent. However, since it is difficult to join solder and a ceramic directly, the ground metal layer is usually formed in a package base and the closure section of a lid. Therefore, the aforementioned package base and the aforementioned lid will be joined with solder through a ground metal layer.

[0004] The aforementioned ground metal layer formed in the aforementioned package base is constituted by the refractory-metal metallized layer which consists of W in which a package base and simultaneous baking are usually possible, Mo, etc., and nickel plating layer and Au plating layer which are formed on it. By this composition, junction nature with the solder at the time of closure and the long term stability as a package are secured. On the other hand, metals, such as Ag-Pt and Ag-Pd, are used for formation of the ground metal layer of the aforementioned lid in many cases.

[0005] Next, the composition of a general semiconductor package and the production method of the semiconductor device using it are explained concretely.

[0006] Drawing 8 is the partial cross-section perspective diagram in which having turned the base side up and having shown the lid made from a ceramic typically, and drawing 9 (a) and (b) are the cross sections having shown typically the process which produces the semiconductor device which used the package made from a ceramic.

[0007] As shown in drawing 8, the lid 31 consists of solder layers 36 as a wrap closure member in the ceramic substrate 13, the metallized layer 35 formed in the periphery section (upper surface periphery section in drawing, and side), and this metallized layer 35. Usually, this solder layer 36 makes Pb a principal component, and is formed using the solder with which Bi, Sn, In, Ag, etc. were added by this principal component.

[0008] On the other hand, the cavity section 23 is formed in the center of the package base 32, the metallized layer 40 used in case it closes by the lid 31 to the circumference is formed, and the external contact pin 21 for connecting with the mother board which is not illustrated is further stood to the circumference of a metallized layer 40. Moreover, the semiconductor device loading section 17 to which a part for the periphery is usually constituted stair-like, the pad 19 for wirebonding is formed in a middle stairway portion, and the cavity section 23 lays LSI etc. in a

base portion is formed. Furthermore, the metal heat sink 22 for radiating the heat emitted from a semiconductor device 18 is arranged in the field where the external contact pin 21 is stood, and the field of an opposite side. In addition, the metal layer for a ground (not shown) is usually formed also in the semiconductor device loading section 17.

[0009] The method of producing a semiconductor device using this package base 32 and lid 31 is as follows.

[0010] First, after pasting up a semiconductor device 18 on the semiconductor device loading section 17 of the package base 32, the pad section (not shown) and the pad 19 by the side of a semiconductor device 18 are connected by the wirebonding method ( drawing 9 (a)).

[0011] Next, it lays on top of the metallized layer 40 which turns the solder layer 36 of a lid 31 down, and is formed in the upper surface of the package base 32, and temporary fixation of a lid 31 and the package base 32 is carried out with fixtures, such as a spring and a clip. Package base 32 grade is carried in in a heating furnace in this state, melting of the solder layer 36 currently formed in the lid 31 is carried out, a lid 31 and the package base 32 are joined, and a semiconductor device 18 is airtightly closed in the package base 32 by cooling after that ( drawing 9 (b)).

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, although joined through the solder layer 36, when this semiconductor device is exposed to the environment of an elevated temperature or low temperature, the package base 32 and a lid 31 originate in the difference of the coefficient of thermal expansion of the package base 32 and a lid 31, and curvature produces them in the package base 32 and a lid 31.

[0013] When the metal heat sink 22 is especially arranged in the outside surface of the package base 32 made from a ceramic, since the coefficient of thermal expansion of the metal heat sink 22 is large compared with the package base 32, it is easy to produce big curvature in the package base 32. For this reason, even if it uses the package base 32 and the material of the same expansion coefficient as a lid 31, a difference arises in curvature among both.

[0014] The semiconductor device equipped with the conventional heat sink does not have the composition that the curvature produced by it can be borne, when a temperature change is large. That is, although the stress resulting from distortion or it arose according to the thermal expansion accompanying a temperature change between each part material which constitutes the aforementioned semiconductor device, when the solder layer 36 which has combined the package base 32 and the lid 31 did not have sufficient intensity, plastic deformation was locally caused with the stress which originates distorted, and the technical problem that fatigue breaking on the basis of the inner circumference side of the solder layer 36 arose occurred.

[0015]

[Means for Solving the Problem] The package made from a ceramic whose this invention person can avoid destruction of the solder layer by thermal stress in view of such a technical problem The result which inquired for the purpose of designing (the portion except wiring portions, such as a semiconductor device and wirebonding, is hereafter called package among semiconductor devices), Seal path width W (the postscript of the definition of seal path width is carried out) of the solder layer which has combined the package base and the lid in being large enough Since the hauling stress produced by the temperature change becomes small, a solder layer cannot cause local plastic deformation easily, finds out that fatigue breaking does not arise, and came to complete this invention.

[0016] The package base equipped with the cavity section in which the package made from a ceramic concerning this invention contains a semiconductor device made from a ceramic, The solder layer which seals airtightly between the lid made from a ceramic which closes this cavity section, and the aforementioned package bases and the aforementioned lids, In the package made from a ceramic which consisted of metal heat sinks joined to the aforementioned cavity section of the aforementioned package base, and the outside surface of an opposite side by brazing filler metal The aforementioned solder layer is formed between the metallized layer by the side of the aforementioned package base, and the metallized layer by the side of the aforementioned lid. The periphery section of the aforementioned lid, either the inner



circumference section of the metallized layer of the aforementioned package base, or the inner circumference section of the metallized layer of the aforementioned lid -- (1) characterized by the width of face (it being hereafter described as seal path width) W of the solder layer between the sides near the periphery section of the aforementioned lid being 1.6mm or more

[0017] Moreover, the package made from a ceramic concerning this invention is characterized by constituting a package base and a lid considering an alumina as a principal component, and constituting the solder layer including five components of Sn-Ag-In-Bi-Pb in the package made from a ceramic of the above-mentioned (1) publication (2).

[0018]

[Function] Drawing 1 (a) is the expanded sectional view having shown typically the important section of the conventional package made from a ceramic which curvature has not generated, (b) is the expanded sectional view having shown typically the important section of the aforementioned package made from a ceramic which curvature generated when temperature changed, and (c) is the expanded sectional view having shown typically the important section of the package made from a ceramic concerning this invention which curvature generated by the temperature change. Moreover, in drawing 1 (a), the width of face shown by W is seal path width, and the display is omitted in (b) and (c).

[0019] Although curvature is hardly generated and stress (hauling stress) hardly acts also on the inner circumference section of the solder layer 36 under the usual room temperature as shown drawing 1 (a), if the temperature of the package made from a ceramic rises, since the coefficient of thermal expansion of a heat sink 22 is large compared with substrates, such as an alumina which constitutes the package base 32, curvature from which a lid 31 side becomes the package base 32 with a crevice will arise. Therefore, as shown in drawing 1 (b), bending moment D arises in the package base 32 and a lid 31. Moreover, if such curvature occurs in the package base 32, stress B (hauling stress) will come to act on the inner circumference section of the solder layer 36. Furthermore, if the temperature of the package base 32 falls, it will return to the state where there is no curvature. Thus, if a temperature rise and a temperature reduction are repeated, since stress B will act on the solder layer 36 repeatedly, fatigue breaking comes to arise in the solder layer 36.

[0020] On the other hand, even if bending moment D of the same size arises between a lid 11 and the package base 12 since the package made from a ceramic concerning this invention has taken seal path width W larger (1.6mm or more) than the usual case as shown in drawing 1 (c), the hauling stress which acts on the inner skin of the solder layer 16 which used the end face of a lid 11 as the supporting point by the lever rule becomes small. Stress C becomes small and stops namely, producing fatigue breaking in the solder layer 16.

[0021] Moreover, since according to the package made from a ceramic concerning this invention a package base and a lid are constituted considering an alumina as a principal component and the solder layer is constituted in the package made from a ceramic of the above-mentioned (1) publication including five components of Sn-Ag-In-Bi-Pb, a solder layer is excellent in a thermal shock resistance, and fatigue breaking is not produced in a solder layer.

[0022]

[Example(s) and Comparative Example(s)] First, it asked for what stress acts on which portion of a solder layer by the simulation using the finite element method using the conventional package made from a ceramic of the same configuration as what was shown in drawing 9.

[0023] This package base 32 is a product made from an alumina, and set [ the length of the side section / the alumina layer thickness of the bottom of 44mmx44mm and the cavity section 23 ] the dimension of 2.80mm and the cavity section 23 as 20mmx20mm for the thickness of 1.32mm and the periphery section, respectively. Moreover, the thickness of a metallized layer 35 it is thin from W formed in package base 32 front face was set as 10 micrometers, and seal path width W was set as 1.27mm. The metal heat sink 22 currently arranged by this package base 32 infiltrated Cu into the porosity sintered compact of W (tungsten), and the appearance was set as 30mmx30mm and it set thickness as 1.0mm.

[0024] Moreover, a lid 31 is a product made from an alumina, the length of the side section was used to 25mmx25mm, it used the quality of the material of 0.76mm and a metallized layer 35 as

the Ag-Pt alloy for thickness, the thickness was set as 15 micrometers and the width of face was set as 1.78mm, respectively.

[0025] Furthermore, the solder layer 36 which combines a lid 31 and the package base 32 consisted of constituents which consist the remainder of Pb Bi:8.2wt% In:1.1wt% Ag:1.0wt% Sn:4.1wt%.

[0026] Drawing 2 shows the part which performed the simulation of the stress which acts on the solder layer inner skin of the aforementioned package made from a ceramic. Drawing 3 is the graph which showed the result which performed the simulation of the aforementioned stress, stress is shown in the vertical axis and the position in the package made from a ceramic is shown in the horizontal axis. Moreover, it sets to drawing 3 and is sigmaZ. About the stress (it is hereafter described as vertical stress) which acts perpendicularly to the principal plane of the package base 12, it is sigmaX. The direction component of X of principal stress, and signal Principal stress is shown.

[0027] Vertical stress and vertical principal stress have the largest portion (c) that approached \*\*\*\* about 1/4 from the corner so that more clearly than the graph shown in drawing 3 . becoming the cause of fatigue breaking -- mainly -- stress sigmaZ of the aforementioned perpendicular direction it is -- since -- the following -- setting -- stress sigmaZ Stress sigmaZ of the aforementioned perpendicular direction in the position of c used as maximum \*\*\*\*\* -- the simulation was performed

[0028] That is, various conditions about the package made from a ceramic are changed in following sequence, and it is stress sigmaZ of the perpendicular direction at that time. It asked by the simulation. In addition, about portions other than the changed portion, the simulation is performed on certain conditions as it is.

[0029] \*\* Change the alumina layer thickness of a cavity bottom.

\*\* Change the thickness of a heat sink.

\*\* Change the size of a heat sink.

\*\* Change seal path width.

Drawing 4 is stress sigmaZ of the alumina layer thickness of the cavity bottom at the time of changing the alumina layer thickness of a cavity bottom, and a perpendicular direction. A relation Drawing 5 is stress sigmaZ of the thickness of the heat sink at the time of changing the thickness of a heat sink, and a perpendicular direction. A relation Drawing 6 is stress sigmaZ of the size of the heat sink at the time of changing the size of a heat sink, and a perpendicular direction. It is stress sigmaZ of the seal path width at the time of drawing 7 changing seal path width in a relation, and a perpendicular direction. It is the graph which showed the relation, respectively.

[0030] Stress sigmaZ of the perpendicularly it acts on the solder layer 36 depending on change of the alumina layer thickness of a cavity bottom, change of the thickness of a heat sink, and change of the size of a heat sink so that more clearly than the graph shown in drawing 4 - drawing 6 A value hardly changes. However, stress sigmaZ of the perpendicularly it acts on the inner skin of the solder layer 36 as were shown in drawing 7 and seal path width W becomes large It is decreasing greatly. Thus, stress sigmaZ of the perpendicularly it acts on the inner skin of the solder layer 36 by increasing seal path width W It becomes possible to make it decrease greatly and fatigue breaking of the solder layer 36 by the temperature change of the package made from a ceramic can be prevented.

[0031] In order to prevent fatigue breaking of the solder layer 36, it is vertical stress sigmaZ. It is 2 about 2.5 kgf(s)/mm. Although it is required to be the following, seal path width W at this time is set to about 1.6mm from drawing 7 . Therefore, about the package made from a ceramic of this invention which set to 1.6mm or more seal path width W shown in drawing 1 (c), fatigue breaking of the solder layer 16 by the temperature change of the package made from a ceramic can be prevented.

[0032]

[Effect of the Invention] If it is in the package made from a ceramic concerning this invention as explained in full detail above The package base equipped with the cavity section which contains a semiconductor device made from a ceramic, The solder layer which seals airtightly between the

lid made from a ceramic which closes this cavity section, and the aforementioned package bases and the aforementioned lids, In the package made from a ceramic which consisted of metal heat sinks joined to the aforementioned cavity section of the aforementioned package base, and the outside surface of an opposite side by brazing filler metal The aforementioned solder layer is formed between the metallized layer by the side of the aforementioned package base, and the metallized layer by the side of the aforementioned lid, and since seal path width  $W$  is 1.6mm or more The stress committed in the inner circumference section of the solder layer of the aforementioned package by the temperature change using a lever rule can be reduced more greatly than before, and fatigue breaking of the solder layer by the repeat of a temperature change can be prevented.

[0033] Moreover, in the package made from a ceramic of the above-mentioned (1) publication, since a package base and a lid are constituted considering an alumina as a principal component and the solder layer is constituted including five components of Sn-Ag-In-Bi-Pb, the package made from a ceramic concerning this invention can reduce still more greatly than before the stress committed in the inner circumference section of the solder layer of the aforementioned package by the temperature change, and can prevent fatigue breaking of the solder layer by the repeat of a temperature change.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] (a) is the expanded sectional view having shown typically the important section of the conventional package made from a ceramic which curvature has not generated, (b) is the expanded sectional view having shown typically the important section of the aforementioned package made from a ceramic which curvature generated when temperature changed, and (c) is the expanded sectional view having shown typically the important section of the package made from a ceramic concerning this invention which curvature generated by the temperature change.

[Drawing 2] It is the plan having shown the part which performed the simulation of the stress which acts on the package made from a ceramic.

[Drawing 3] It is the graph which showed the measurement result of stress.

[Drawing 4] Stress  $\sigma_z$  of the alumina layer thickness at the time of changing the alumina layer thickness of a cavity pars basilaris ossis occipitalis, and a perpendicular direction It is the graph which showed the relation.

[Drawing 5] Stress  $\sigma_z$  of the thickness of the heat sink at the time of changing the thickness of a heat sink, and a perpendicular direction It is the graph which showed the relation.

[Drawing 6] Stress  $\sigma_z$  of the size of the heat sink at the time of changing the size of a heat sink, and a perpendicular direction It is the graph which showed the relation.

[Drawing 7] Stress  $\sigma_z$  of the seal path width at the time of changing seal path width, and a perpendicular direction It is the graph which showed the relation.

[Drawing 8] It is the partial cross-section perspective diagram in which having turned the base side up and having shown the lid made from a ceramic typically.

[Drawing 9] (a) And (b) is the cross section having shown typically the process which produces the semiconductor device which used the package made from a ceramic.

[Description of Notations]

11 Lid

12 Package Base

16 Solder Layer

22 Heat Sink

23 Cavity Section

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

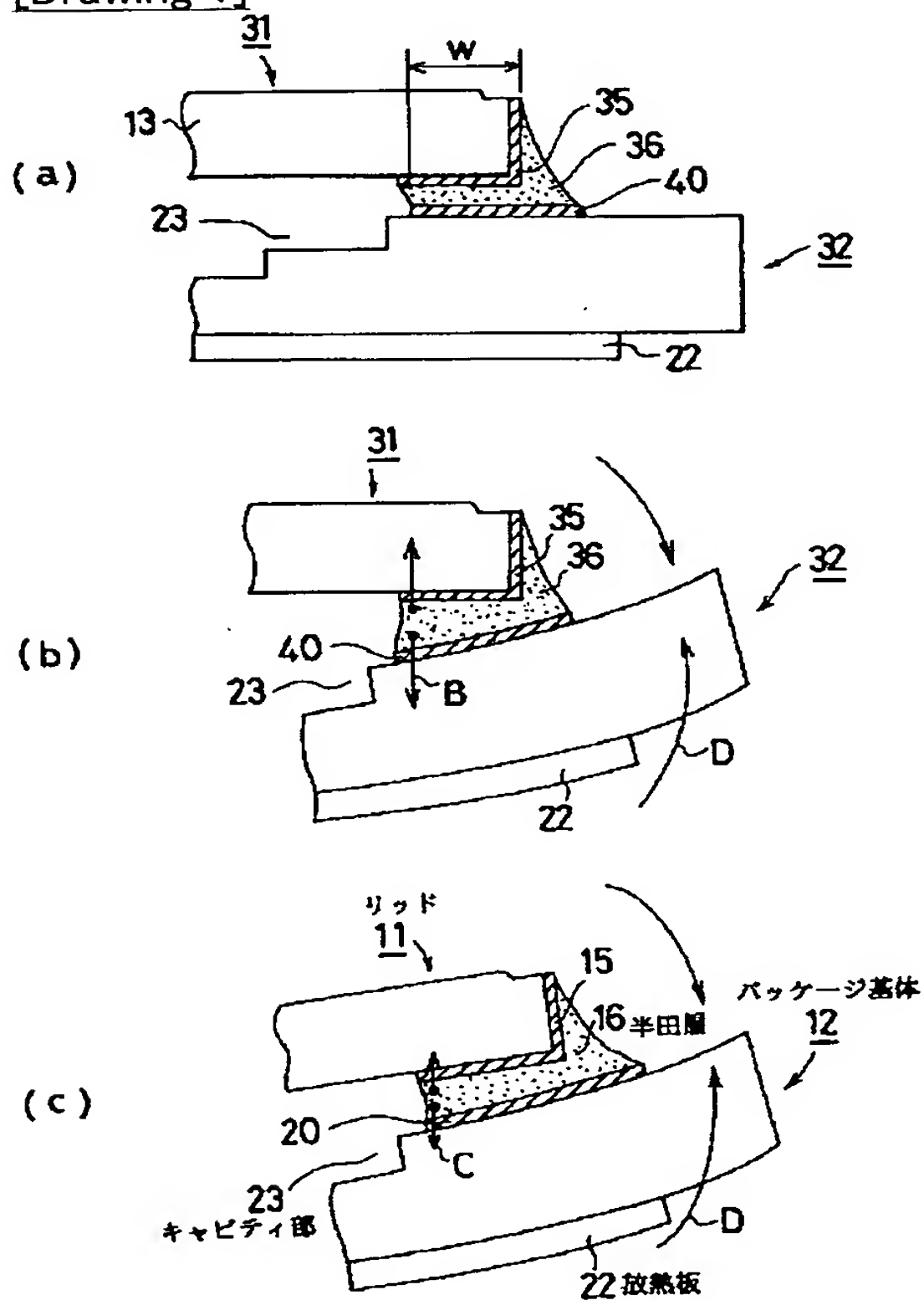
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

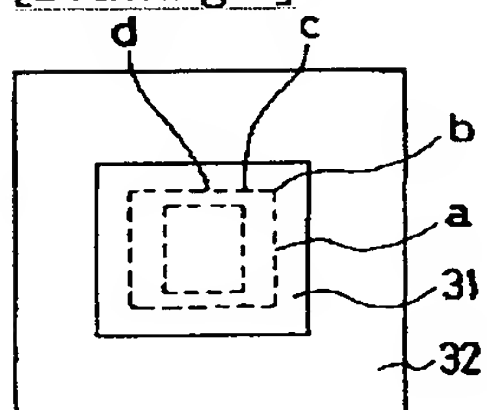
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

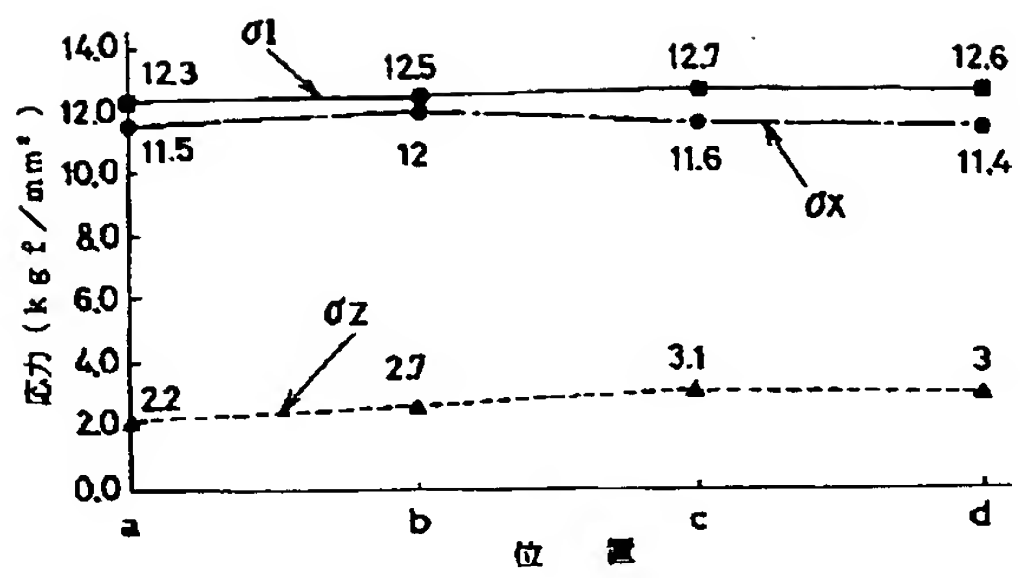
[Drawing 1]



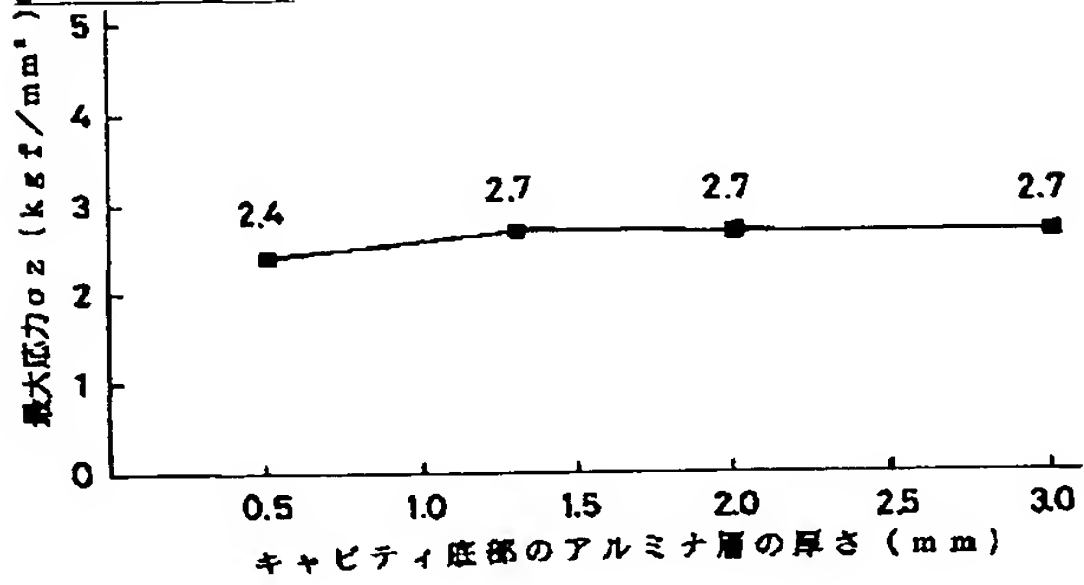
[Drawing 2]



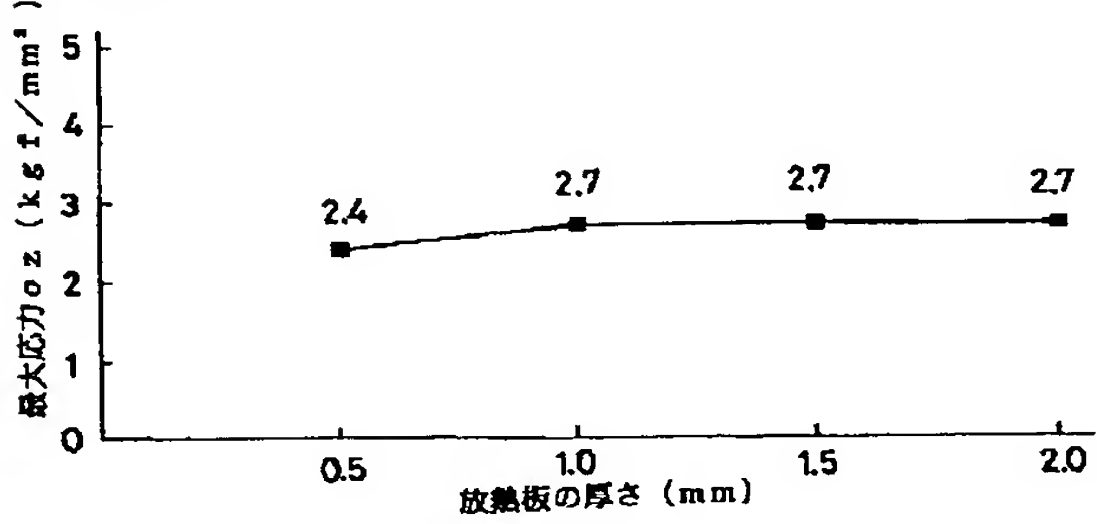
[Drawing 3]



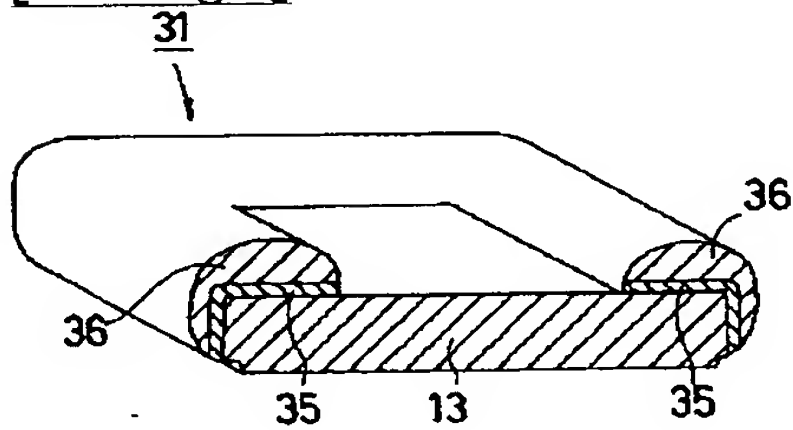
[Drawing 4]



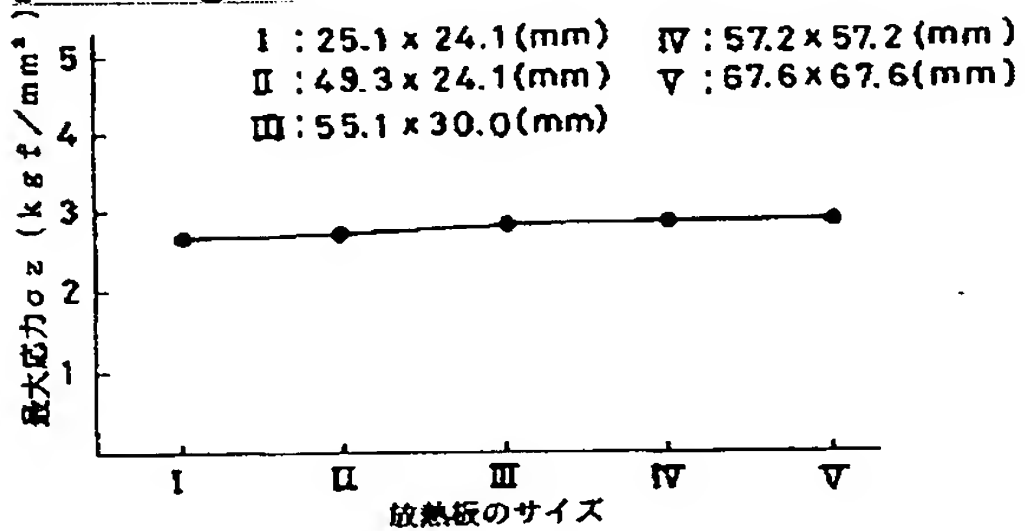
[Drawing 5]



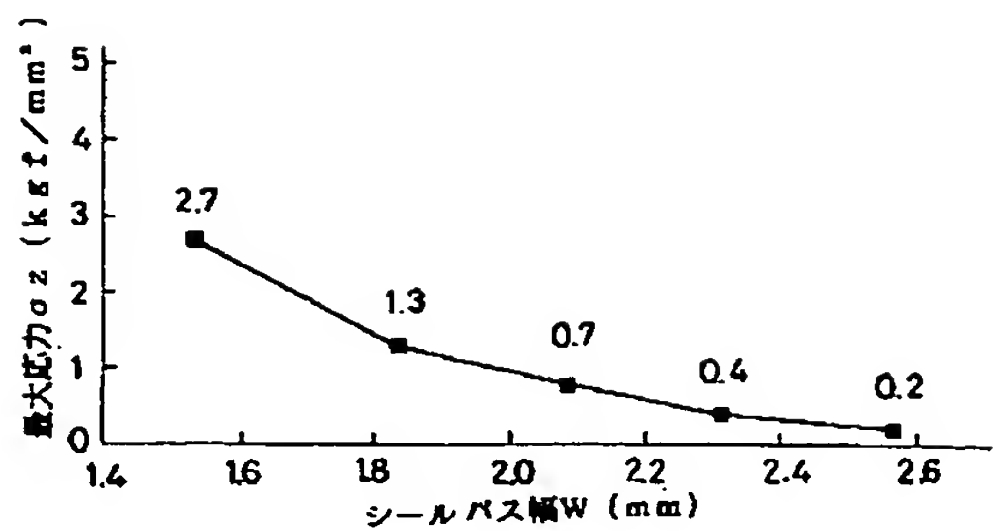
[Drawing 8]



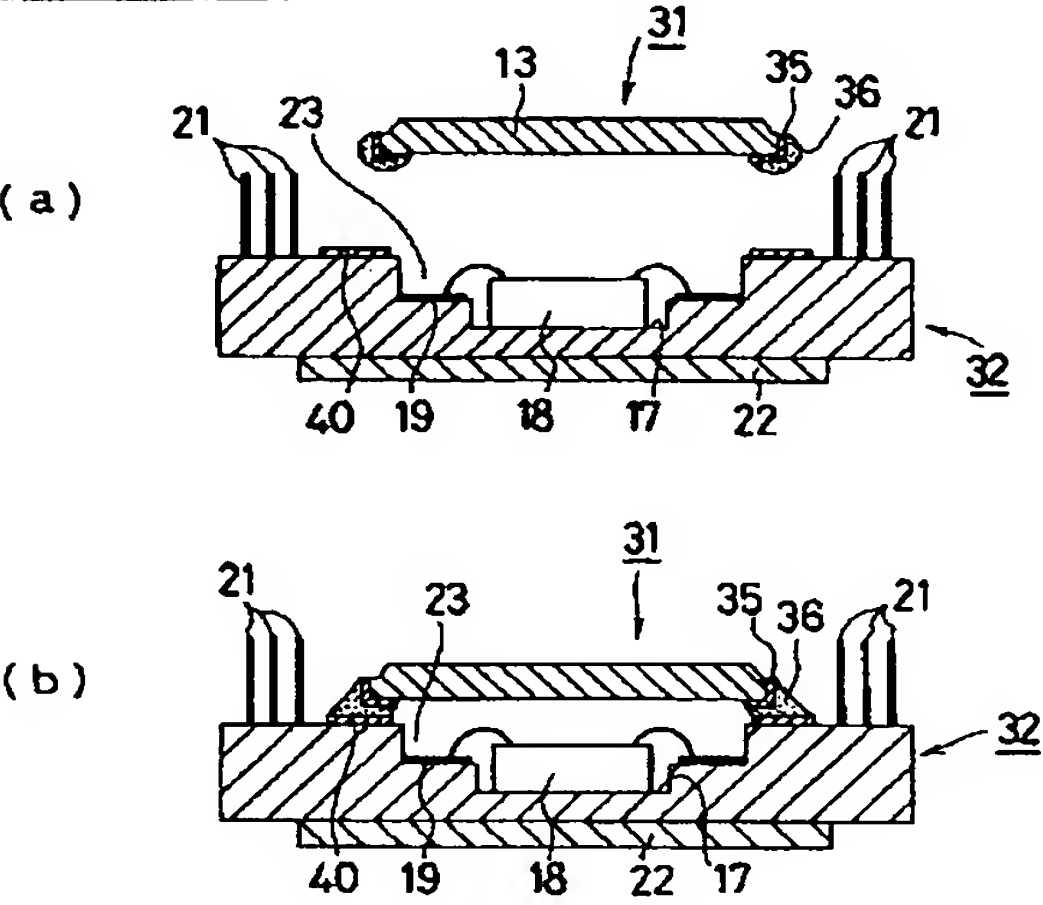
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 9]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-213498

(43)公開日 平成8年(1996)8月20日

(51)IntCl. <sup>9</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	23/02	B		
	23/08	C		
	23/10	B		

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-18994

(22)出願日 平成7年(1995)2月7日

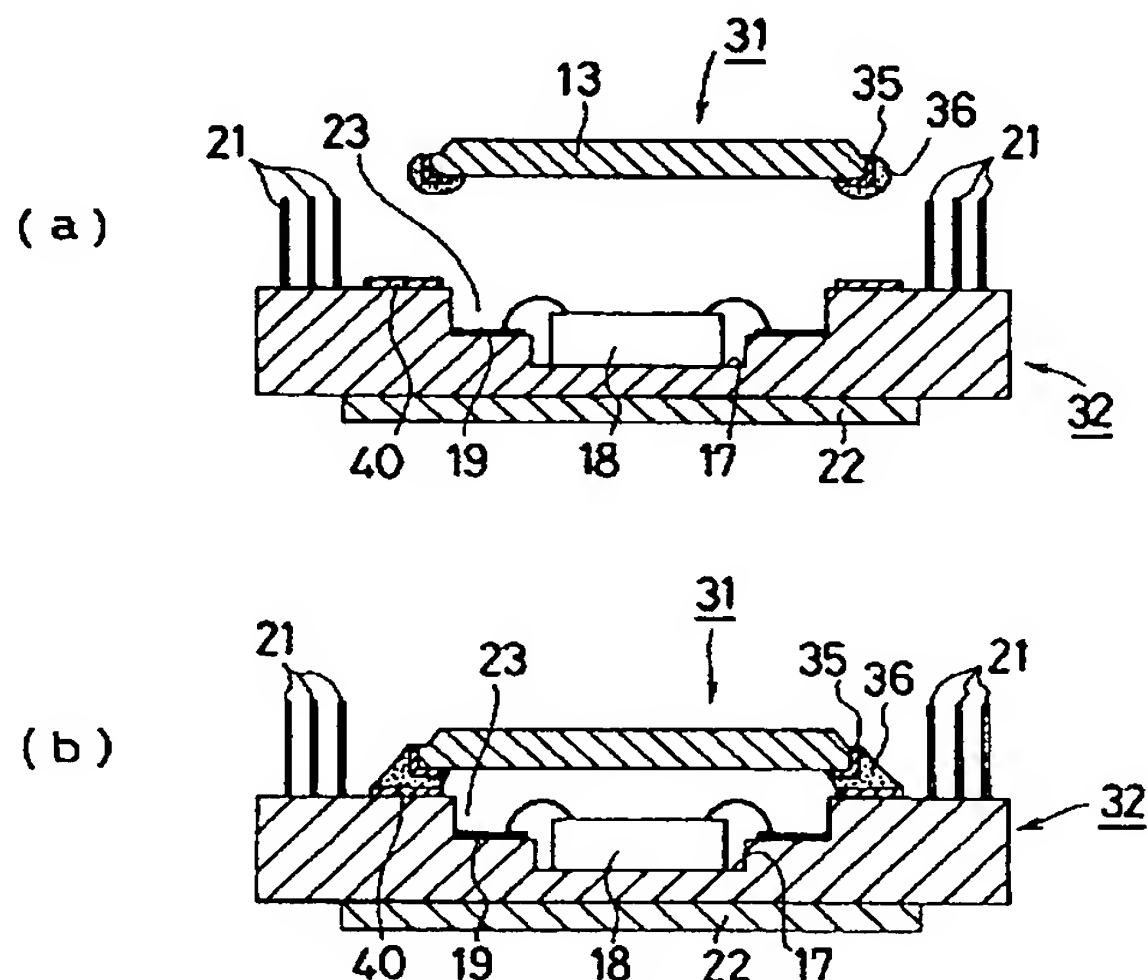
(71)出願人 391039896  
株式会社住友金属エレクトロデバイス  
山口県美祿市大嶺町東分字岩倉2701番1  
(72)発明者 山本 哲也  
山口県美祿市大嶺町東分字岩倉2701番1  
株式会社住友金属セラミックス内  
(72)発明者 日高 明弘  
山口県美祿市大嶺町東分字岩倉2701番1  
株式会社住友金属セラミックス内  
(74)代理人 弁理士 井内 龍二

(54)【発明の名称】 セラミック製パッケージ

(57)【要約】 (修正有)

【構成】 半導体装置を収納するキャビティ部23を備えたセラミック製のパッケージ基体32とキャビティ部23を封止するセラミック製のリッド31とパッケージ基体とリッドとの間を気密に封着する半田層36とパッケージ基体のキャビティ部23の底部の外表面にろう材で接合された金属製放熱板22とで構成されたセラミック製パッケージにおいて、半田層がパッケージ基体側のメタライズ層40及びリッド13側のメタライズ層35の間に形成され、シールパス幅Wが1.6mm以上であるセラミック製パッケージ。

【効果】 温度変化により半田層の内周部に働く応力を従来より大きく低下させることができ、温度変化の繰返しによる半田層の疲労破壊を防止することができる。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体装置を収納するキャビティ部を備えたセラミック製のパッケージ基体と、該キャビティ部を封止するセラミック製のリッドと、前記パッケージ基体と前記リッドとの間を気密に封着する半田層と、前記パッケージ基体の前記キャビティ部と反対側の外表面にろう材で接合された金属製放熱板とで構成されたセラミック製パッケージにおいて、前記半田層が前記パッケージ基体側のメタライズ層及び前記リッド側のメタライズ層の間に形成され、前記リッドの外周部と、前記パッケージ基体のメタライズ層の内周部もしくは前記リッドのメタライズ層の内周部のいずれか前記リッドの外周部に近い側との間の半田層の幅Wが1.6mm以上であることを特徴とするセラミック製パッケージ。

【請求項2】 パッケージ基体及びリッドがアルミナを主成分として構成され、半田層がSn-Ag-In-Bi-Pbの5成分を含んで構成されていることを特徴とする請求項1記載のセラミック製パッケージ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はセラミック製パッケージに関し、より詳細には放熱板及び半導体素子搭載部を封止するセラミック製リッド（蓋）を備えたセラミック製パッケージに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 集積回路などの半導体素子は、パッケージ基体に設けられた半導体素子搭載部に収納され、該半導体素子搭載部がリッドで気密に封止されて実用に供されている。アルミナ等のセラミックスは耐熱性、耐久性、信頼性などに優れるため、このパッケージ基体及びリッドの材料として好適であり、セラミック製のICパッケージは現在盛んに使用されている。

【0003】 このセラミック製パッケージにおいて、セラミック製のパッケージ基体をセラミック製のリッドで封止する場合には、封止材として半田が利用される。しかし、半田とセラミックとを直接接合させるのは難しいため、通常パッケージ基体及びリッドの封止部には下地金属層が形成されている。従って、前記パッケージ基体と前記リッドとは下地金属層を介して半田によって接合されることになる。

【0004】 前記パッケージ基体に形成される前記下地金属層は、通常パッケージ基体と同時焼成可能なW、Mo等からなる高融点金属メタライズ層と、その上に形成されるNiめっき層及びAuめっき層により構成されている。この構成によって、封止時の半田との接合性及びパッケージとしての長期安定性が確保されている。一方、前記リッドの下地金属層の形成には、Ag-Pt、Ag-Pd等の金属が使用されることが多い。

【0005】 次に、一般的な半導体パッケージの構成及びそれを用いた半導体装置の作製方法を具体的に説明す

る。

【0006】 図8はセラミック製のリッドを底面側を上にして模式的に示した部分断面斜視図であり、図9

(a) 及び (b) はセラミック製パッケージを用いた半導体装置を作製する工程を模式的に示した断面図である。

【0007】 図8に示したように、リッド31は、セラミック基板13、その周縁部（図中上面外周部及び側面）に形成されたメタライズ層35、及びこのメタライズ層35を覆う封止部材としての半田層36から構成されている。この半田層36は、通常、Pbを主成分とし、この主成分にBi、Sn、In、Ag等が添加された半田を用いて形成されている。

【0008】 一方、パッケージ基体32の中央にはキャビティ部23が形成され、その周囲にはリッド31で封止する際に用いられるメタライズ層40が形成され、さらにメタライズ層40の周囲には図示しないマザーボードに接続するための外部接続ピン21が立てられている。また、キャビティ部23は通常その周辺部分が階段状に構成されており、中間の階段部分にはワイヤボンディングのためのパッド19が形成され、底面部分にはLSI等を載置する半導体素子搭載部17が形成されている。さらに、外部接続ピン21が立てられている面と反対側の面には半導体素子18から発散される熱を放散するための金属製の放熱板22が配設されている。なお、通常、半導体素子搭載部17にもアース用の金属層（図示せず）が形成されている。

【0009】 このパッケージ基体32及びリッド31を使用して半導体装置を作製する方法は以下の通りである。

【0010】 まず、パッケージ基体32の半導体素子搭載部17に半導体素子18を接着した後、ワイヤボンディング法により半導体素子18側のパッド部（図示せず）とパッド19とを接続する（図9（a））。

【0011】 次に、リッド31の半田層36を下側にし、パッケージ基体32の上面に形成されているメタライズ層40に重ね合わせ、バネ、クリップ等の固定治具によってリッド31とパッケージ基体32とを仮固定する。この状態で加熱炉内にパッケージ基体32等を搬入し、リッド31に形成されている半田層36を溶融させてリッド31とパッケージ基体32とを接合させ、その後冷却することによって半導体素子18をパッケージ基体32内に気密に封止する（図9（b））。

## 【0012】

【発明が解決しようとする課題】 このようにパッケージ基体32とリッド31とは半田層36を介して接合されているが、この半導体装置が高温や低温の環境にさらされた場合、パッケージ基体32とリッド31との熱膨張率の差に起因してパッケージ基体32及びリッド31に反りが生じる。

【0013】特にセラミック製のパッケージ基体32の外表面に金属製の放熱板22が配設されている場合には、パッケージ基体32に比べて金属製の放熱板22の熱膨張係数が大きいために、パッケージ基体32に大きな反りが生じやすい。このため、パッケージ基体32とリッド31に同じ膨張係数の材料を用いていても、両者の間で反りに相違が生じる。

【0014】従来の放熱板を備えた半導体装置は、温度変化が大きい場合には、それによって生じる反り等に耐え得るような構成となっていない。すなわち、前記半導体装置を構成する各部材間には、温度変化に伴う熱膨張により、歪やそれに起因する応力が生じるが、パッケージ基体32とリッド31とを結合している半田層36が十分な強度を有さない場合、歪に起因する応力により局部的に塑性変形を起こし、半田層36の内周側を起点とした疲労破壊が生じるという課題があった。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明者はこのような課題に鑑み、熱応力による半田層の破壊をさけることのできるセラミック製パッケージ（以下、半導体装置のうち、半導体素子及びワイヤボンディング等の配線部分を除いた部分をパッケージという）を設計することを目的として検討を行った結果、パッケージ基体とリッドとを結合している半田層のシールパス幅W（シールパス幅の定義は後記する）が十分に広い場合には、温度変化によって生じる引っ張り応力が小さくなるため、半田層は局所的な塑性変形を起こしにくく、疲労破壊が生じることがないことを見出し、本発明を完成するに至った。

【0016】本発明に係るセラミック製パッケージは、半導体装置を収納するキャビティ部を備えたセラミック製のパッケージ基体と、該キャビティ部を封止するセラミック製のリッドと、前記パッケージ基体と前記リッドとの間を気密に封着する半田層と、前記パッケージ基体の前記キャビティ部と反対側の外表面にろう材で接合された金属製放熱板とで構成されたセラミック製パッケージにおいて、前記半田層が前記パッケージ基体側のメタライズ層及び前記リッド側のメタライズ層の間に形成され、前記リッドの外周部と、前記パッケージ基体のメタライズ層の内周部もしくは前記リッドのメタライズ層の内周部のいずれか前記リッドの外周部に近い側との間の半田層の幅（以下、シールパス幅と記す）Wが1.6mm以上であることを特徴としている（1）。

【0017】また本発明に係るセラミック製パッケージは、上記（1）記載のセラミック製パッケージにおいて、パッケージ基体及びリッドがアルミナを主成分として構成され、半田層がSn-Ag-In-Bi-Pbの5成分を含んで構成されていることを特徴としている（2）。

【0018】

【作用】図1（a）は反りが発生していない従来のセラ

ミック製パッケージの要部を模式的に示した拡大断面図であり、（b）は温度が変化することにより反りが発生した前記セラミック製パッケージの要部を模式的に示した拡大断面図であり、（c）は温度変化により反りが発生した本発明に係るセラミック製パッケージの要部を模式的に示した拡大断面図である。また、図1（a）において、Wで示した幅がシールパス幅であり、（b）、（c）においては、その表示を省略している。

【0019】図1（a）に示したように、通常の室温下では反りは殆ど発生せず、半田層36の内周部にも殆ど応力（引っ張り応力）は作用しないが、セラミック製パッケージの温度が上昇すると、パッケージ基体32を構成するアルミナ等の基板に比べて放熱板22の熱膨張係数が大きいために、パッケージ基体32にリッド31側が凹部となるような反りが生じる。そのために、図1

（b）に示したように、パッケージ基体32及びリッド31に曲げモーメントDが生じる。また、パッケージ基体32にこのような反りが発生すると、半田層36の内周部には応力B（引っ張り応力）が作用するようになる。さらに、パッケージ基体32の温度が下がると反りのない状態に戻る。このように、温度上昇、温度降下が繰り返されると、応力Bが半田層36に繰り返し作用するので、半田層36に疲労破壊が生じるようになる。

【0020】一方、図1（c）に示したように、本発明に係るセラミック製パッケージはシールパス幅Wを通常の場合よりも広く（1.6mm以上）とっているため、同様の大きさの曲げモーメントDがリッド11とパッケージ基体12との間に生じて、この原理によりリッド11の端面を支点とした半田層16の内周面に作用する引っ張り応力は小さくなる。すなわち、応力Cは小さくなり、半田層16に疲労破壊は生じなくなる。

【0021】また本発明に係るセラミック製パッケージによれば、上記（1）記載のセラミック製パッケージにおいて、パッケージ基体及びリッドがアルミナを主成分として構成され、半田層がSn-Ag-In-Bi-Pbの5成分を含んで構成されているので、半田層は耐熱衝撃性に優れ、半田層に疲労破壊は生じない。

【0022】

【実施例及び比較例】まず、図9に示したものと同様の形状の従来のセラミック製パッケージを用いて、半田層のどの部分にどの程度の応力が作用するかを、有限要素法を用いたシミュレーションにより求めた。

【0023】このパッケージ基体32はアルミナ製であり、その辺部の長さを4.4mm×4.4mm、キャビティ部23の底部のアルミナ層の厚さを1.32mm、外周部の厚さを2.80mm、キャビティ部23の外形寸法を2.0mm×2.0mmにそれぞれ設定した。また、パッケージ基体32表面に形成されたWからなるメタライズ層35の厚さを10μmに、シールパス幅Wを1.27mmに設定した。このパッケージ基体32に配設されて

いる金属製の放熱板22はW(タングステン)の多孔質焼結体にCuを含浸させたものであり、外形を30mm×30mmに、厚さを1.0mmに設定した。

【0024】またリッド31はアルミナ製であり、その辺部の長さを25mm×25mm、厚さを0.76mm、メタライズ層35の材質をAg-Pt合金とし、その厚さを15μm、その幅を1.78mmにそれぞれ設定した。

【0025】さらに、リッド31とパッケージ基体32とを結合する半田層36を、Sn:4.1wt%、Ag:1.0wt%、In:1.1wt%、Bi:8.2wt%、残部をPbからなる組成物から構成した。

【0026】図2は前記セラミック製パッケージの半田層内周面に作用する応力のシミュレーションを行った箇所を示している。図3は前記応力のシミュレーションを行った結果を示したグラフであり、縦軸に応力を横軸にセラミック製パッケージ中の位置を示している。また、図3において、 $\sigma_z$ はパッケージ基体12の主面に対して垂直方向に作用する応力(以下、垂直方向の応力と記す)を、 $\sigma_x$ は主応力のX方向成分、 $\sigma_l$ は主応力を示している。

【0027】図3に示したグラフより明らかなように、垂直方向の応力及び主応力は、コーナーから1/4程辺部に近づいた部分(c)が最も大きい。疲労破壊の原因となるのは、主に前記垂直方向の応力 $\sigma_z$ であるので、以下においては応力 $\sigma_z$ が最大値となるcの位置での前記垂直方向の応力 $\sigma_z$ について、シミュレーションを行った。

【0028】すなわち、以下の順序でセラミック製パッケージについての条件を種々変化させ、そのときの垂直方向の応力 $\sigma_z$ をシミュレーションにより求めた。なお、変化させた部分以外の部分については、そのまま一定の条件でシミュレーションを行っている。

【0029】① キャビティ底部のアルミナ層の厚さを変化させる。

② 放熱板の厚さを変化させる。

③ 放熱板のサイズを変化させる。

④ シールパス幅を変化させる。

図4はキャビティ底部のアルミナ層の厚さを変化させた際のキャビティ底部のアルミナ層の厚さと垂直方向の応力 $\sigma_z$ との関係を、図5は放熱板の厚さを変化させた際の放熱板の厚さと垂直方向の応力 $\sigma_z$ との関係を、図6は放熱板のサイズを変化させた際の放熱板のサイズと垂直方向の応力 $\sigma_z$ との関係を、図7はシールパス幅を変化させた際のシールパス幅と垂直方向の応力 $\sigma_z$ との関係をそれぞれ示したグラフである。

【0030】図4～図6に示したグラフより明らかなように、キャビティ底部のアルミナ層の厚さの変化、放熱板の厚さの変化、放熱板のサイズの変化によっても、半田層36に作用する垂直方向の応力 $\sigma_z$ の値は殆ど変化

しない。しかし、図7に示したように、シールパス幅Wが大きくなるに従って、半田層36の内周面に作用する垂直方向の応力 $\sigma_z$ は大きく減少している。このように、シールパス幅Wを増大させることにより半田層36の内周面に作用する垂直方向の応力 $\sigma_z$ を大きく減少させることが可能になり、セラミック製パッケージの温度変化による半田層36の疲労破壊を防止することができる。

【0031】半田層36の疲労破壊を防止するためには、垂直方向の応力 $\sigma_z$ が約2.5kgf/mm<sup>2</sup>以下であることが必要であるが、図7よりこのときのシールパス幅Wは約1.6mmとなる。従って、図1(c)に示すシールパス幅Wを1.6mm以上とした本発明のセラミック製パッケージについては、セラミック製パッケージの温度変化による半田層16の疲労破壊を防止することができる。

【0032】

【発明の効果】以上詳述したように本発明に係るセラミック製パッケージにあつては、半導体装置を収納するキャビティ部を備えたセラミック製のパッケージ基体と、該キャビティ部を封止するセラミック製のリッドと、前記パッケージ基体と前記リッドとの間を気密に封着する半田層と、前記パッケージ基体の前記キャビティ部と反対側の外表面にろう材で接合された金属製放熱板とで構成されたセラミック製パッケージにおいて、前記半田層が前記パッケージ基体側のメタライズ層及び前記リッド側のメタライズ層の間に形成され、シールパス幅Wが1.6mm以上であるので、この原理を利用して温度変化により前記パッケージの半田層の内周部に働く応力を従来より大きく低下させることができ、温度変化の繰り返しによる半田層の疲労破壊を防止することができる。

【0033】また本発明に係るセラミック製パッケージは、上記(1)記載のセラミック製パッケージにおいて、パッケージ基体及びリッドがアルミナを主成分として構成され、半田層がSn-Ag-In-Bi-Pbの5成分を含んで構成されているので、温度変化により前記パッケージの半田層の内周部に働く応力を従来よりさらに大きく低下させることができ、温度変化の繰り返しによる半田層の疲労破壊を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は反りが発生していない従来のセラミック製パッケージの要部を模式的に示した拡大断面図であり、(b)は温度が変化することにより反りが発生した前記セラミック製パッケージの要部を模式的に示した拡大断面図であり、(c)は温度変化により反りが発生した本発明に係るセラミック製パッケージの要部を模式的に示した拡大断面図である。

【図2】セラミック製パッケージに作用する応力のシミュレーションを行った箇所を示した平面図である。



【図3】応力の測定結果を示したグラフである。

【図4】キャビティ底部のアルミナ層の厚さを変化させた際のアルミナ層の厚さと垂直方向の応力 $\sigma_z$ との関係を示したグラフである。

【図5】放熱板の厚さを変化させた際の放熱板の厚さと垂直方向の応力 $\sigma_z$ との関係を示したグラフである。

【図6】放熱板のサイズを変化させた際の放熱板のサイズと垂直方向の応力 $\sigma_z$ との関係を示したグラフである。

【図7】シールパス幅を変化させた際のシールパス幅と垂直方向の応力 $\sigma_z$ との関係を示したグラフである。

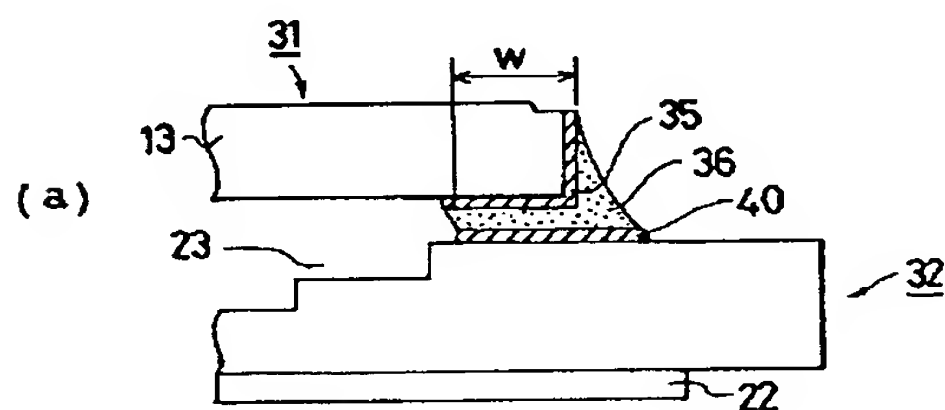
【図8】セラミック製のリッドを底面側を上にして模式的に示した部分断面斜視図である。

【図9】(a)及び(b)はセラミック製パッケージを用いた半導体装置を作製する工程を模式的に示した断面図である。

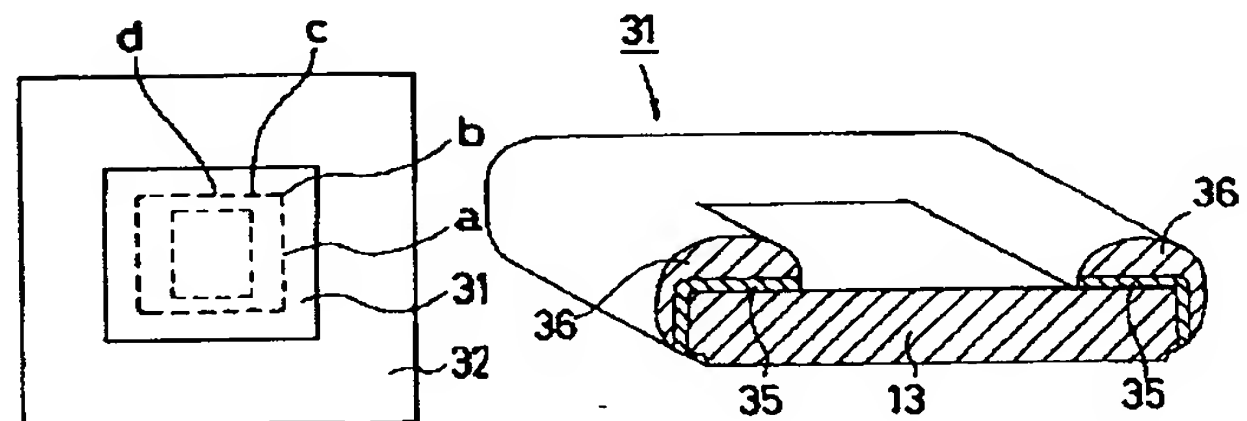
【符号の説明】

- 11 リッド
- 12 パッケージ基体
- 16 半田層
- 22 放熱板
- 23 キャビティ部

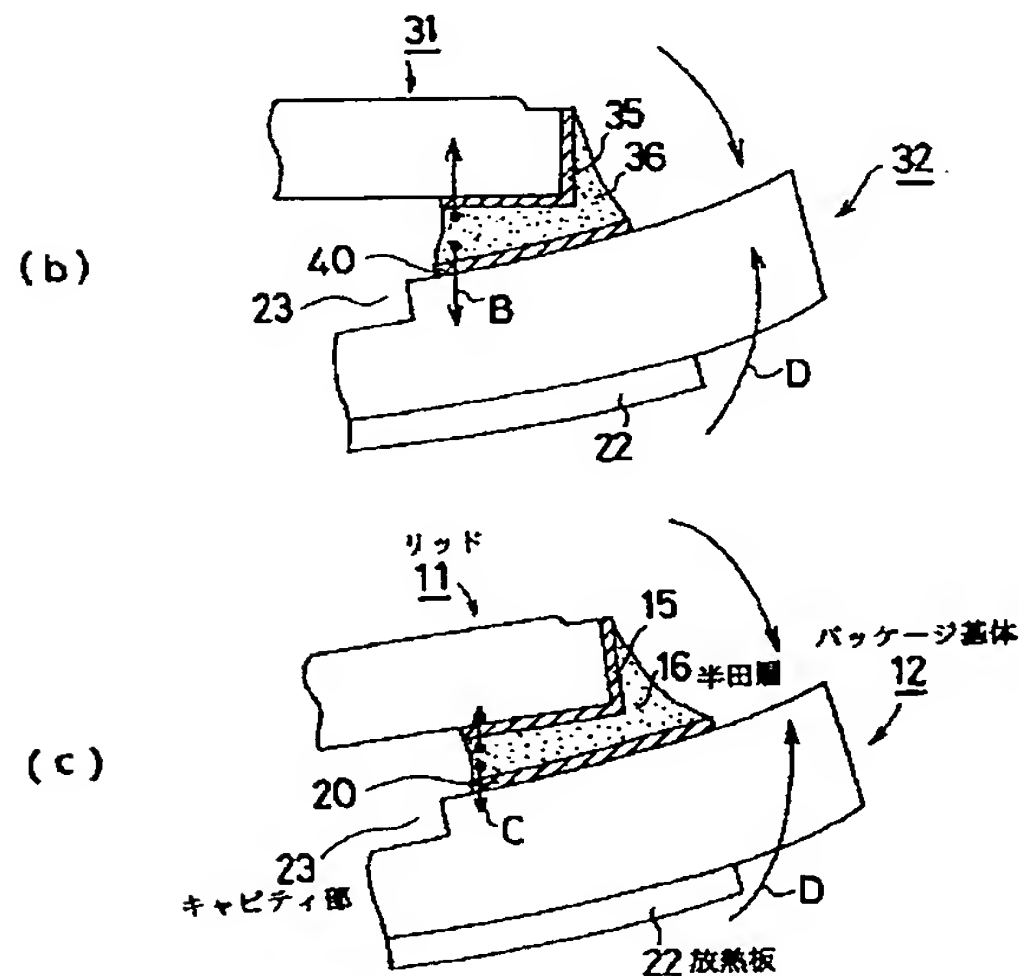
【図1】



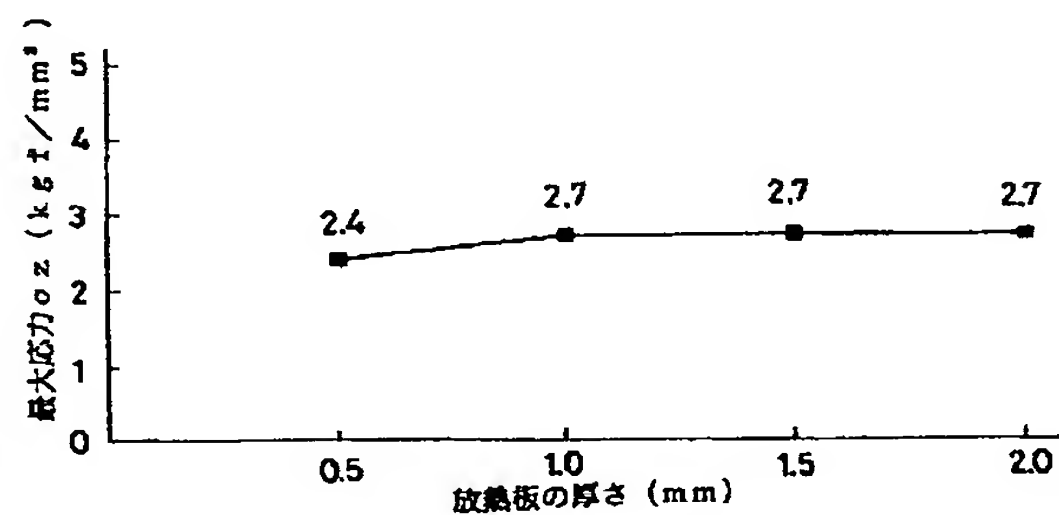
【図2】



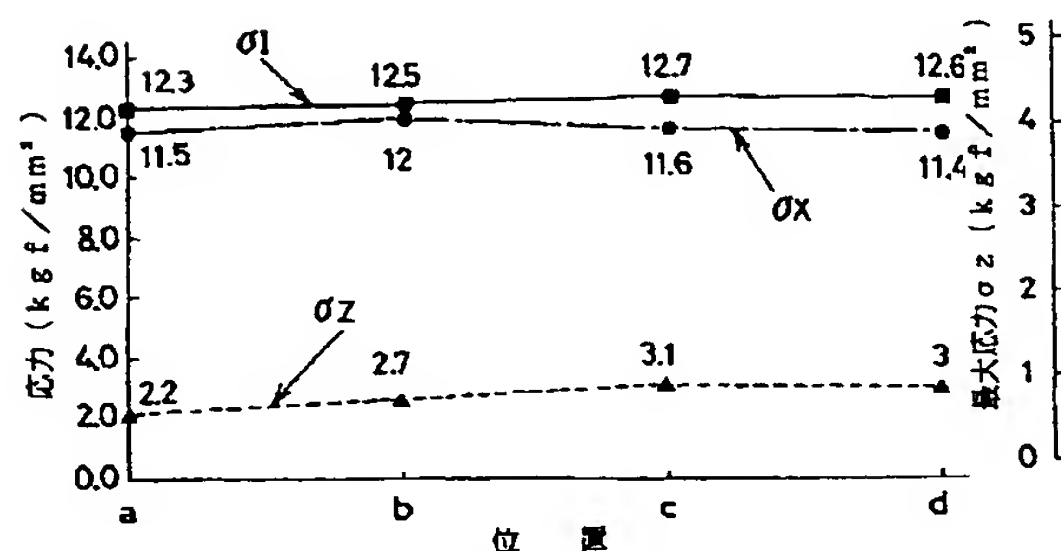
【図8】



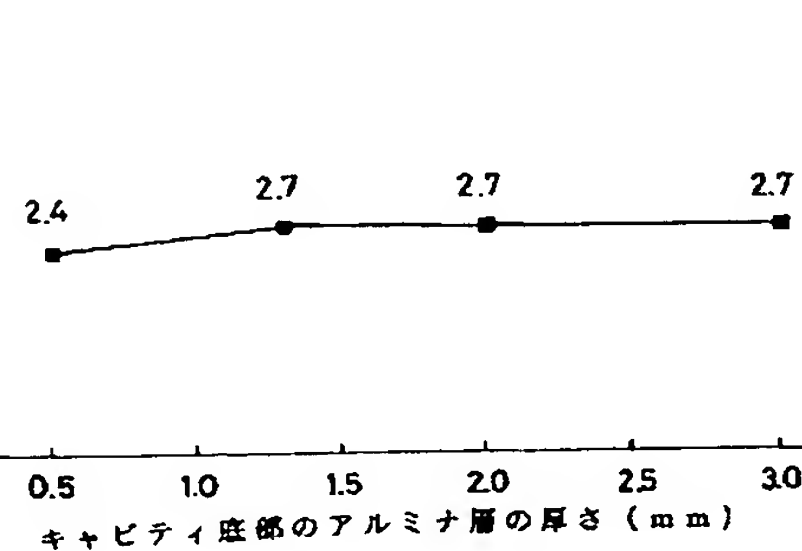
【図5】



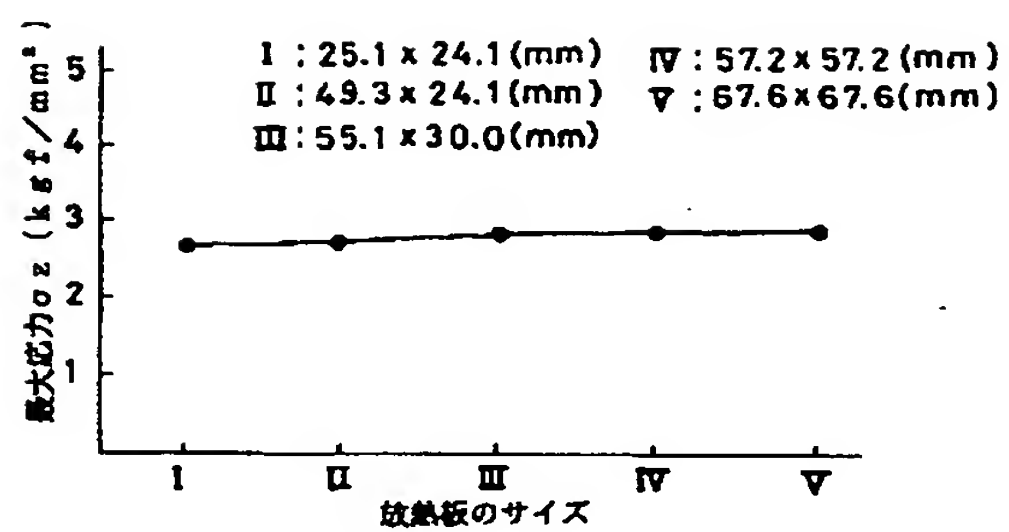
【図3】



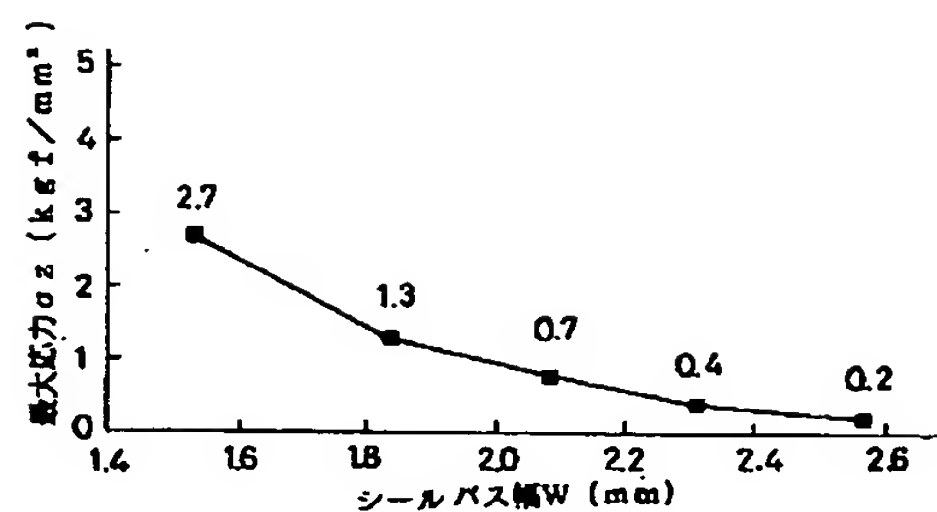
【図4】



【図6】



【図7】



【図9】

